

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08297357 A**

(43) Date of publication of application: **12 . 11 . 96**

(51) Int. Cl.

**G03F 1/08**  
**H01L 21/027**

(21) Application number: **07101416**

(22) Date of filing: **25 . 04 . 95**

(71) Applicant: **TOPPAN PRINTING CO LTD**

(72) Inventor:  
**YAMADA YOSHIRO**  
**CHIBA KAZUAKI**  
**KARIKAWA HIDEKIYO**

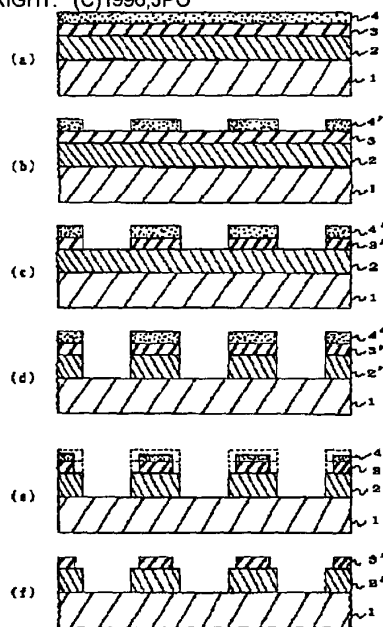
(54) **PRODUCTION OF EDGE ENHANCEMENT TYPE  
PHASE SHIFT MASK**

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide a process for producing an edge emphasizing type phase shift mask used as a photomask in a projection aligner.

CONSTITUTION: After a shifter layer 2 is laminated on a transparent substrate 1, a light shielding layer 3 is laminated on the shifter layer 2 and a resist layer 4 is further laminated on the light shielding layer 3 and thereafter, the resist layer 4 is patterned. Only the light shielding layer 3 is selectively subjected to first etching and is thereby patterned with the patterned resist layers 4 as a mask. The shifter layer 2 is patterned by second etching with the patterned resist layers 4 and the light shielding layers 3 as a mask. The patterned resist layers 4 and light shielding layers 3 are subjected to additional etching and the light shielding layers 3 are subjected to side etching, thereby, the shapes of the shifter layer 2 projecting from the light shielding layers 3 are obtd. Further, the resist layers 4 are peeled.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



従来例① 1回露光法による露光

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-297357

(43) 公開日 平成8年(1996)11月12日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
G 0 3 F 1/08			G 0 3 F 1/08	A
				L
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 0 2 P
				5 2 8

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-101416

(22) 出願日 平成7年(1995)4月25日

(71) 出願人 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(72) 発明者 山田 芳郎

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72) 発明者 千葉 和明

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72) 発明者 狩川 英重

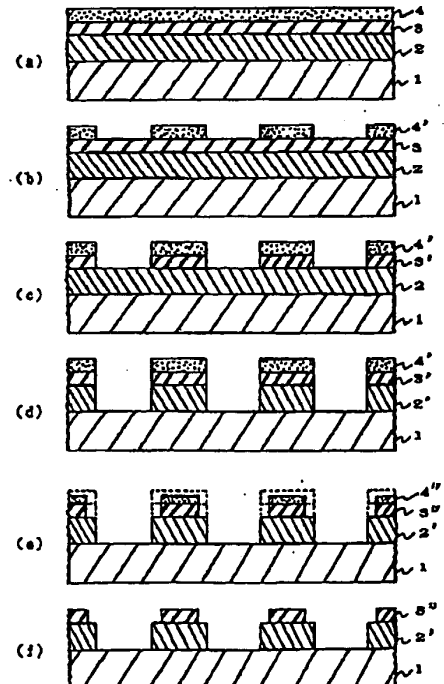
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(54) 【発明の名称】 エッジ強調型位相シフトマスクの製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 投影露光装置においてフォトマスクとして使用されるエッジ強調型位相シフトマスクの製造方法を提供する。

【構成】 (1) 透明基板1上にシフター層2を積層した後、前記シフター層2上に遮光層3を積層し、(2) 前記遮光層3上にさらにレジスト層4を積層後、レジスト層4をパターニングし、(3) パターニングされたレジスト層4をマスクとして遮光層3のみに選択的に第一エッチングを行いパターニングし、(4) パターニングされたレジスト層4および遮光層3をマスクとして、シフター層2を第二エッチングによってパターニングした後、(5) 前記パターニングされたレジスト層4および遮光層3に追加エッチングし、遮光層3へサイドエッチングを行うことでシフター層2が遮光層3から突出した形とし、さらに、(6) レジスト層4を剥離することを特徴とするエッジ強調型位相シフトマスクの製造方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】透明基板上に形成された遮光パターンの周囲に光位相変化用のシフター層を配置して成るエッジ強調型位相シフトマスクの製造方法において、(1)透明基板上にシフター層を積層した後、前記シフター層上に遮光層を積層し、(2)前記遮光層上にさらにレジスト層を積層後、レジスト層をパターンニングし、(3)パターンニングされたレジスト層をマスクとして遮光層のみに選択的に第一エッチングを行いパターンニングし、(4)パターンニングされたレジスト層および遮光層をマスクとして、シフター層を第二エッチングによってパターンニングした後、(5)前記パターンニングされたレジスト層および遮光層に追加エッチングし、遮光層へサイドエッチングを行うことでシフター層が遮光層から突出した形とし、さらに、(6)レジスト層を剥離することを特徴とするエッジ強調型位相シフトマスクの製造方法。

【請求項2】遮光層をMo・Si系の金属化合物とし、シフター層をSiO<sub>2</sub>としたことを特徴とする請求項1記載のエッジ強調型位相シフトマスクの製造方法。

【請求項3】遮光層がCr、CrO、CrN、CrONまたはこれらを積層した多層膜によって構成され、シフター層をMoSiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>もしくはMoSiO<sub>x</sub>としたことを特徴とする請求項1記載のエッジ強調型位相シフトマスクの製造方法。

【請求項4】エッチングをドライエッチングとすることを特徴とする請求項1、2または3記載のエッジ強調型位相シフトマスクの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、投影露光装置においてフォトマスクとして使用されるエッジ強調型位相シフトマスクの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、半導体集積回路等を製造する際、投影露光装置において使用されるフォトマスクとして種々の構造のものが提案されている。最近では、フォトマスクを通過する投影露光光に位相差を与えて高解像度のパターン転写を可能にした位相シフトマスクが知られている。このような位相シフトマスクに関しても、従来より、種々の形式のものが提案されている。

【0003】例えば、マスク上に形成された遮光層における開口部の隣り合う一方に光の位相を反転させるような透明膜（以下、シフター層と記す）を設けた構造のレベンソン型位相シフトマスクや、形成すべき遮光パターンの周辺部に解像限界以下のシフター層を形成した構造の補助パターン付き位相シフトマスクや、基板上に遮光パターンを形成した後に、遮光層へオーバーエッチングを行うことによってシフター層のオーバーハングを形成した構造の自己整合型位相シフトマスク等がある。

【0004】以上の各構造の位相シフトマスクは、基板

上に遮光層とシフター層を設けたものであるが、この構造とは別に、シフター層のみによって形成された位相シフトマスクとして、透過型位相シフトマスクや、ハーフトーン型位相シフトマスク等も知られている。

【0005】上述した種々の形式の位相シフトマスクは各々長所および短所を持っている。例えば、レベンソン型位相シフトマスクおよび透過型位相シフトマスクは解像度向上を期待できるが、シフター層パターンを設計するためパターン形状を工夫しなければならず、そのため新たな設計CADシステムを導入しなければならないという点である。また、フォトマスク上に形成されるパターン形状によっても、例えばレベンソン型はラインが一定の間隔を持って配列されたパターンには有効であるが、電気的接続用のコンタクトパターンのように孤立したパターンには適さない等、各位相シフトマスクは得手不得手を持っているといえる。

【0006】その中でも自己整合型位相シフトマスク（以下、エッジ強調型位相シフトマスクと記す）は、ラインパターンおよびコンタクトパターン等のほぼ全パターンの解像性向上に対応することができ、かつ、シフター層パターンの設計に特別な設計CADシステムを必要とせず、従来の設計CADシステムを使用できる。また、製造方法も、従来の通常型フォトマスクの遮光パターン製作にオーバーエッチングを付加するだけで良いなど簡単であり、従来のプロセスをほぼ利用できる等、半導体集積回路用等のフォトマスクとして有効であるといえる。

【0007】エッジ強調型位相シフトマスクの製造方法として、従来、図2の例に示す方法が知られている。まず、公知の方法により、電子線描画装置等によるパターン露光を用いることで図2(a)に示すように、透明基板1上に所定パターンに従い遮光部および透過部をもつ遮光層3、例えばクロム層を形成する。次いで、図2(b)に示すように、遮光層3上に、例えば感光性レジストを中心としたシフター層2を全面に形成後、例えば電子線描画装置を用い、下部に有る遮光層3の透過部位に相対するシフター層2の部位にパターン露光すなわち重ね描画を行う。次いで、シフター層2を現像しエッチングを行い、図2(c)を得る。なお、このパターン露光は、遮光層3が形成された透明基板1の反対面側から光照射を行い、遮光層3の透過部を通過した光により、遮光層3の透過部位のシフター層2を感光させる手段もある。次いで、オーバーエッチングにより遮光層3の遮光部の側面部をエッチングすることで、図2(d)に示すように遮光層3'にたいしてオーバーハング状のシフター層2'が形成されたエッジ強調型位相シフトマスクを得るものである。

【0008】しかし上記の従来法では、シフター層へのパターン露光時にパターンの位置ズレを生じやすく、かつ、露光、現像およびエッチングを繰り返すため製造工

程が長くなりコストがかさむという問題があった。また、基板は露光、現像およびエッチング等の各工程間を往復しなければならず、基板に異物が付着しやすいといえ、異物付着によるパターン欠陥の発生等も問題となっていた。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明に係わるエッジ強調型位相シフトマスクの製造方法は、従来の製造方法における上記の問題点を解消するためなされたものであり、パターンの位置精度がよく、製造工程を短縮したエッジ強調型位相シフトマスクの製造方法を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】すなわち本発明は、透明基板上に形成された遮光パターンの周囲に光位相変化用のシフター層を配置して成るエッジ強調型位相シフトマスクの製造方法において、(1)透明基板上にシフター層を積層した後、前記シフター層上に遮光層を積層し、(2)前記遮光層上にさらにレジスト層を積層後、レジスト層をパターンニングし、(3)パターンニングされたレジスト層をマスクとして遮光層のみに選択的に第一エッチングを行いパターンニングし、(4)パターンニングされたレジスト層および遮光層をマスクとして、シフター層を第二エッチングによってパターンニングした後、(5)前記パターンニングされたレジスト層および遮光層に追加エッチングし、遮光層へサイドエッチングを行うことでシフター層が遮光層から突出した形とし、さらに、(6)レジスト層を剥離することを特徴とするエッジ強調型位相シフトマスクの製造方法を提供することで、上記の課題を解決したものである。

【0011】以下に図面を用い、本発明の説明を行う。まず図1(a)に示すように、例えば石英によって構成された透明基板1の上に、例えば $\text{SiO}_2$ （二酸化シリコン）もしくは後述する $\text{Mo}\cdot\text{Si}$ （モリブデン・シリコン）系の材料等よりなる光の位相を変化させるシフター層2、次いで遮光層3およびレジスト層4を順次に積層する。次いで、例えば電子線描画装置等を用いレジスト層4に所望するパターンを露光後、レジスト層4に現像を行い、図1(b)に示すように所定パターンに従いレジスト層4から遮光層3が一部露出する。

【0012】次いで、レジスト層4をマスクとし、遮光層3のみに選択的に第一エッチングを行うことで、レジスト層4から露出した部位の遮光層3を除去する。これにより、図1(c)に示すようにレジスト層4および遮光層3からシフター層2は一部露出することとなる。なお、第一エッチングの際、シフター層2にはエッチングがなされないことが肝要である。次いで、レジスト層4および遮光層3をマスクとし、シフター層2に第二エッチングを行うことで、図1(d)に示すようにレジスト層4および遮光層3から露出した部位

が除去されたシフター層2が得られる。

【0013】次いで、レジスト層4および遮光層3に対し、追加エッチングを行う。なお当然ながら、追加エッチングは、シフター層2に対してはエッチングされない条件で行うものである。このとき、レジスト層4は追加エッチングにより膜減り、すなわち、側面部を含む表面が削られることとなる。このため、レジスト層4の側面領域にあった遮光層3の部位は側面が削られたレジスト層4より露出しエッチングを受け削られる、すなわち遮光層3はサイドエッチングを受けることとなる。これにより、図1(e)に示すようにシフター層2は遮光層3から突出した形となる。次いで、レジスト層4を剥離し、図1(f)に示すエッジ強調型位相シフトマスクを得るものである。

【0014】ここで、シフター層2を $\text{SiO}_2$ （酸化シリコン）とした場合、遮光層3の材質は、第一エッチングの際に選択的に遮光層3のみにエッチングを行えるようエッチング特性の異なるもの、例えば $\text{Mo}\cdot\text{Si}$ （モリブデン・シリコン）系の金属化合物等とすることが望ましいといえる。同様の理由により、シフター層2に $\text{Mo}\cdot\text{Si}$ （モリブデン・シリコン）系の材料、例えば化学記号 $\text{MoSiO}_x\text{N}_y$ （X、Yは任意の整数）もしくは $\text{MoSiO}_x$ 等を用いた場合、遮光層3は $\text{Cr}$ （クロム）、 $\text{CrO}_x$ （酸化クロム）、 $\text{CrN}_x$ （窒化クロム）、 $\text{CrO}_x\text{N}_y$ （窒化酸化クロム）またはこれらを積層した多層膜によって構成することが望ましいといえる。なおクロム系の金属を積層した場合、最表面層は反射率の低い $\text{CrO}$ とすることが望ましいといえる。なお、シフター層2および遮光層3の材質の組み合わせは、上記のものに限定されるものではなく、後述するようにエッチング条件を変えることで、上記の材質を各種組み合わせることも可能であるといえる。例えば、遮光層3の材質を $\text{Mo}\cdot\text{Si}$ （モリブデン・シリコン）系の金属化合物とし、シフター層に $\text{Mo}\cdot\text{Si}$ （モリブデン・シリコン）系の材料を用いても構わないといえる。

【0015】次いで、第一および第二エッチング処理はエッチング精度がよく、エッチング制御のやりやすいドライエッチングとすることが望ましいといえる。ちなみに、本発明者らは、遮光層3の材質を $\text{Mo}\cdot\text{Si}$ （モリブデン・シリコン）系の金属化合物とし、シフター層に $\text{Mo}\cdot\text{Si}$ （モリブデン・シリコン）系の材料を用いた場合には、第一および第二エッチング処理は共にCF<sub>4</sub>等のフッ素系ガスおよびO<sub>2</sub>（酸素）を用いたRIE（反応性イオンエッチング）によりドライエッチングを行っている。また、遮光層3の材質を $\text{Mo}\cdot\text{Si}$ （モリブデン・シリコン）系の金属化合物とし、シフター層に $\text{SiO}_2$ （酸化シリコン）を用いた場合には、第一エッチング処理をCF<sub>4</sub>等のフッ素系ガスおよびO<sub>2</sub>（酸素）を用い、次いで、第二エッチング処理をCF<sub>4</sub>等のフッ素系ガスおよびH<sub>2</sub>（水素）を用いたRIE（反応

性イオンエッチング)によりドライエッチングを行っているものである。

【0016】なお本発明者らは、第一および第二エッチングにおいて共に $CF_4$ 、(フッ化炭素)等のフッ素系ガスおよび $O_2$ 、(酸素)を用いたドライエッチングを行った場合には、第一エッチング時、選択的に遮光層3のみにエッチングを行えるよう第一および第二エッチングの際のエッチング条件、すなわち、圧力および出力を変えているものである。また、遮光層3の材質にクロム系の金属を用いた場合、 $Cl_2$ 、または $CCl_4$ 等の塩素系のガスをを用いたドライエッチングとすることが望ましいといえる。

【0017】次いで、遮光層3'にサイドエッチングを行う追加エッチングは、ウェットエッチングであっても構わないといえるが、エッチング精度がよく、エッチング制御のやりやすい反応性イオンエッチング等のドライエッチングとすることが望ましいといえる。

【0018】

【作用】本発明によるエッジ強調型位相シフトマスクの製造方法では、基板上に積層されたレジスト層へバターニングした後はレジスト層の剥離まで、基板を固定して処理することが可能である。すなわち、エッチングを全てドライエッチングとすることで、同一プロセス内、例えば同じエッチングチャンパー内にて基板を固定し、エッチング条件を変えるだけでシフター層の形成が可能であるといえる。

【0019】

【実施例】本発明の実施例を以下に記し、さらに説明を行う。

＜実施例＞図1(a)に示すように、石英によって形成された透明基板1上に、周知の成膜方法を用いて、 $SiO_2$ 、(二酸化シリコン)よりなるシフター層、 $Mo \cdot Si$  (モリブデン・シリコン)系の金属化合物よりなる遮光層、そしてレジスト層を順次に積層した。次いで、レジスト層4に電子線露光および現像を行い、図1(b)に示すように所定パターンに従い一部遮光層3を露出させたレジスト層4'を得た。

【0020】次いで、レジスト層4'をマスクとし、遮光層3のみに選択的に第一エッチングを行うことで、レジスト層4'から露出した部位の遮光層3を除去した。これにより、図1(c)に示すようにレジスト層4'および遮光層3'からシフター層2は一部露出した。なお、第一エッチングはドライエッチングとし、 $CF_4$ 、(フッ化炭素)ガスおよび $O_2$ 、(酸素)を用いた平行平板型高周波RIE(反応性イオンエッチング)によりドライエッチングを行った。その際、エッチング条件は、圧力を0.3Torr、かつ、出力を100Wとすることで、遮光層3のみに選択的にエッチングを行った。

【0021】次いで、レジスト層4'および遮光層3'をマスクとし、シフター層2に第二エッチングを行うと

とで、図1(d)に示すようにレジスト層4'および遮光層3'から露出した部位が除去されたシフター層2'を得た。なお、第二エッチングもドライエッチングであり、 $CF_4$ 、(フッ化炭素)ガスおよび $H_2$ 、(水素)を用いた平行平板型高周波RIE(反応性イオンエッチング)によりドライエッチングを行った。その際のエッチング条件として、圧力を $10^{-4} \sim 10^{-1}$ Torrの高真空とし、出力を200W以上とし、シフター層のエッチングを行った。

10 【0022】次いで、レジスト層4'および遮光層3'に対し、追加エッチングを行った。このとき、レジスト層4'は追加エッチングにより側面部を含む表面が削られたため、遮光層3'はサイドエッチングを受けた。これにより、図1(e)に示すようにシフター層2'は遮光層3'から突出した形となった。なお、追加エッチングはドライエッチングとし、 $CF_4$ 、(フッ化炭素)ガスおよび $O_2$ 、(酸素)を用いた平行平板型高周波RIE(反応性イオンエッチング)によるドライエッチングとし、エッチング条件は、圧力を0.3torr、かつ、出力を100Wとした。

20 【0023】次いで、酸素プラズマや硫酸等を用いてレジスト層4''を剥離し、図1(f)に示すエッジ強調型位相シフトマスクを得た。こうして得られたエッジ強調型位相シフトマスクのシフター層および遮光層は極めて高精度の寸法精度かつ、位置精度に仕上げられていた。

【0024】

【発明の効果】本発明によるエッジ強調型位相シフトマスクの製造方法では、遮光層への第一エッチングにおいて、バターニングされたレジスト層をマスクとし、シフター層へのエッチングを行わず遮光層のみに選択的にエッチングを行っている。次いで、バターニングされた遮光層をマスクとしてシフター層への第二エッチングを行いシフター層にバターニングした後、追加エッチングにより遮光層にサイドエッチングを行うことで、シフター層が遮光層から突出した形、すなわち、エッジ強調型位相シフトマスクとしている。

【0025】従来の製造方法では、バターニングされた遮光層上にシフター層を形成後、重ね描画を行う等、各工程間で基板を頻りに移動させなければならなかった。

40 【0026】しかし本発明では、上述したように、基板上に積層されたレジスト層へバターニングした後はレジスト層の剥離まで、基板を固定して処理することが可能である。すなわち、エッチングを全てドライエッチングとすることで、同一プロセス内、例えば同じエッチングチャンパー内にて基板を固定し、エッチング条件を変えるだけでシフター層の形成が可能であるといえる。

50 【0027】このため、従来の製造方法で行われていた重ね描画を行う必要が無くなり、重ね描画の際に生じていたパターンの位置ズレ、およびパターン精度不良の問題が防止でき、かつ、製造工程を短縮でき生産効率を向

上できるといえる。また、基板移動の頻度を減少したことと、基板への異物付着の機会が少なくなり、異物による基板欠陥を防止できる等、本発明は実用上優れているといえる。

【0028】

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)～(f)は本発明によるエッジ強調型位相シフトマスクの製造方法を工程順に示す説明図。

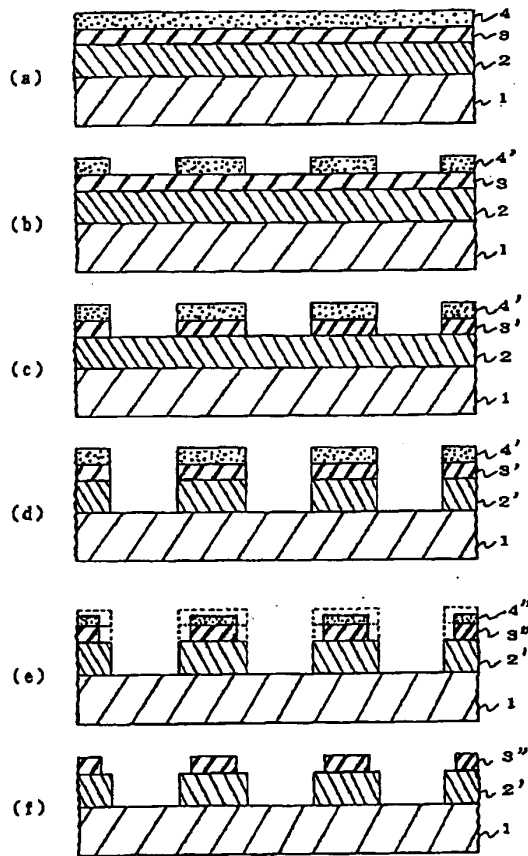
\* 明図。

【図2】(a)～(d)は従来のエッジ強調型位相シフトマスクの製造方法の一実施例を工程順に示す説明図。

【符号の説明】

- 1 透明基板
- 2 シフター層
- 3 遮光層
- 4 レジスト層

【図1】



【図2】

